

エコロジカル・フットプリントについての 批判的一考察

Critical Considerations of Ecological Footprint

大 橋 迪 男
Oohashi, Michio

ABSTRACT

People often claim that “environmental problems will be very important in the 21th century.” Recently a new environmental index called “Ecological Footprint” was developed in environmental research. A practical calculation method, some unique characteristics compared with other indices, improving points, and remaining problems are examined.

1. はじめに

21 世紀は「環境の時代である」と言われたりするのですが、近年総合的にみた地球環境問題の時間的切迫性を主張する 1 つの数量的指標が注目されています。その指標はエコロジカル・フットプリント（以下 EF）と名付けられており、⁽¹⁾あえて日本語訳をすれば「生態学的足跡」ということになるでしょうか。

この EF はマティース・ワケナゲル W.Wackernagel とウィリアム・リース W.Rees とその仲間たちによって、1990 年代初めにカナダのブリティッシュ・コロンビア大学で開発された指標である。直截に定義すれば EF とは「人間活動の地球環境への生態学的負荷の大きさ」を表わすものであり、1 つの人間集団の生存を維持する消費生活に必要なエネルギー、食料、水、建築資材などを利用するためと、また同時にその廃棄物を吸収するためとの両側面において必要な土地と水域の面積（単位をグローバル・ヘクタール gha と呼ぶ）を計算して表示

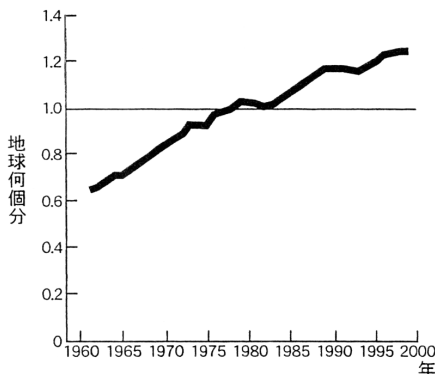
(1) この指標がそのユニークな名称をつけられた経緯については [3] 原注訳 P. (6) を参照

するものである。この指標の開発以降の地球温暖化などの新しい環境問題に対する関心の高まりを背景として、世界各地でこの指標の作成や利用は急速な普及をみせている⁽²⁾。

一例として地球全体に EF を適用して、人類の消費生活のための資源・エネルギー必要量とその現時点での供給可能量を図示すれば以下のものであり、「人間が要求している（必要）量は、1980年代から常に自然が供給できる（供給）量を上回っていることがわかる」のである。こうした主張のルーツをさぐれば、第1次オイルショックの前年1972年に、「地球上の資源は有限であり、このまゝ人口と資本を成長させていくことは危険である」という警告を発したローマ・クラブの「人類の危機」レポート⁽³⁾にさかのぼることができようし、さらにもっと古くは人口法則で有名なマルサスにたどりつくことができるため、ネオ・マルサス主義の見解と呼ぶことができよう。

以下では、この指標の具体的計算方法、これまでの指標と比較した時のユニークさと特徴点、そして改良のための諸課題や残された問題点について述べてみたい。

図1 エコロジカル・フットプリントの世界総計



エコロジカル・フットプリントは地球何個分というかたちで表すことができる。エコロジカル・フットプリントが地球1個分である場合は、地球の生物生産力（供給能力）とエコロジカル・フットプリント（需要量）が一致しているという意味である。

人類のエコロジカル・フットプリント総計は、1961年から1999年の間に80%増加しており、1999年段階で地球の生物学的限界をおよそ20%上回っている（オーバーシュートの状態にある）。

自然資源の消費は、自然資本を取り崩すことで地球の生産能力を超えることができるが、無限に持続できるわけではない。

(Living Planet Report 2002, 『生きている地球レポート2002』より)

(出典) 文献 [4] P.272

2. EF はどのように計算されるか？

EF についての最初の体系的な著作は、“Our Ecological Footprint”⁽⁴⁾ であると言われるので、それに従ってこの指標の作成方針や計算方法について述べておこう。

この著書によれば、EF 分析とは「ある一定の人口あるいは経済活動を維持するための資源消費量を生み出す自然界の生産力、および廃棄物処理に必要とされる自然界の処理吸収能力を算定し、生産可能な土地面積に置き換えて表現する計算ツールである」⁽⁵⁾ と定義される。今日のように高度に分業・協業が発展した経済社会においては、日常の衣・食・住を営むためになんらかの自然資源の投入を不断に必要としていることは言うまでもなく、「経済の営みはもともと、自然環境から資源をとってきて、これに労働と資本を加えて加工物を作り、できた加工物を消費し、使い終わったらまた自然環境に戻すという過程からなっている」が、「いま世界中で、この経済の過程そのものが、……大きく 2 つの深刻な環境問題を生み出している」⁽⁶⁾ と言われる。

「一つは、『資源を枯渇させかねない』という問題」であり、「投入される自然資源は有限でその再生能力の範囲内でしか資源を提供しない。ところが現在の経済活動は、自然のもっている再生産の範囲をはるかに超えて資源を奪っている。もう一つは『ゴミを出し過ぎて環境を壊している』という問題である。ゴミを受け入れるという受容能力の面からも、環境収容力は有限で、環境が耐えられる負荷にも限度があるのである。ある程度までなら、バクテリアがゴミを分解してくれるが、バクテリアが分解できないゴミもあり、また多すぎればバクテ

✓(2) その普及の動向については [4] の和田喜彦による「解題」P.261～279 及び [3] の和田・岸による「解説」P.224～235 で詳しく述べられている。

✓(3) これは H.メドウズ（著）「成長の限界」1972 年ダイヤモンド社として出版された。

(4) New Society Publishers 刊（1996 年）であり訳書は [4]

(5) [4] P.34

(6) [4] P.32

リアの能力を超えてしまう⁽⁷⁾」こともある。

こうした長期持続的な視点からみた経済活動のインプットとアウトプットの両側面、すなわち資源・環境両面での制約を考慮に入れた社会指標こそが EF なのである。この両側面での制約を大きく左右するストック変数として、「将来にわたって有益な財と価値あるサービスのフローを生み出してくれるあらゆる種類の自然資産⁽⁸⁾」が考慮され、「自然資本」と新たに名づけて注目される。

この「自然資本」とは、「農林産物、漁獲物や湧水」などを「毎年変わらず持続的に提供」してくれる「森林、河川、帯水層」を意味し、同時に「廃棄物の吸収処理、浸食、淡水制御」をもたらす「自然の豊かさ」の全てを含み、「紫外線からの防護などの各種サービスを提供してくれるオゾン層」など「(地球)生態圏の構成要素とそれらの間の構造的関係性のすべて」であると定義される。ここでは、「地球規模でみた『自然資本』が、たんなる企業や産業の生産に用いられる(投入)資源とその在庫といった」通常の狭義の意味での経済学の定義としてではなく、広義の様々な投入インプット全般に拡大されて定義されていることが注目される。⁽⁹⁾

土地の豊度にもとづいて収穫される土地生産物は、古典派経済学以来生産の3要素の1つである土地用役と共に考察されてきたのであるが、「環境の時代」と共に必ずしも十分に市場メカニズムによっては担われえない「自然の恵み」とでもいう機能に拡張されて再考察されるのである。「自然資本」というこの新しいコンセプトは、通常「再生可能、補充可能、再生不可能の3つのカテゴリに分類され」ます。「再生可能な自然資本とは、たとえば生物種や生態系で、太陽光エネルギーと光合成を利用して自己生産を行い、自己のからだを維持することができるものである。」

そして、「補充可能な自然資本とは、地表水あるいは地下水、成層圏のオゾン

(7) [4] P.33

(8) [4] P.70

(9) [4] P.71

層などであり、これらのストックは非生物ではあるが、太陽エネルギーなどの助けを借りて、絶えず補充回復されている」のです。

「これに対して、化石燃料や鉱物などの再生不可能な自然資本は、倉庫にある在庫品のように、使えば使うだけ在庫量が減ってゆく」のですが、最初の二つである「自己生産できる再生可能な自然資本と自己補充可能な自然資本の十分なストックは、生命維持に不可欠である（また、一般的に他のもので代替することができない）ため、これら2つのカテゴリーの自然資本は、再生不可能な自然資本以上⁽¹⁰⁾に持続可能性にとって重要である」と考えられると述べられる。

再生不可能な自然資本よりも他の2つのカテゴリーの自然資本こそが重要であるとするワケナゲルらの主張は、仮に資源リサイクルによる循環型社会を構築することに成功しえたとしても、いずれ枯渇する再生不可能な自然資本にこだわるよりも、再生可能及び補充可能な自然資本をより重要視して未来社会を見通しておくことこそが、持続可能な社会において必要であり、また必要視されねばならないという判断を含んでいるとうかがわれ興味深い。

以上のように新しいコンセプトである「自然資本」を用いて、地球レベルでの資源再生産能力と廃棄物の除去吸収能力の両側面を統合した指標 EF を作成し、直観的によりわかりやすい表現をおこなうため、開発者ワケナゲルらはひと工夫した計算方法を思いつくのである。以下にその点を説明しよう。

本来自然資本の再生能力の限界以内に抑制され利用されることが望ましい「自然の恵み」（＝自然資本）は様々なものに分割されるが、ワケナゲルらは以下の5つの消費カテゴリーで構成されると考える。即ち、1.食料、2.住居、3.交通、4.消費財、5.サービスである。この5つの消費カテゴリーに含まれるエネルギー・生産物消費量が、生産、流通、消費、廃棄の4段階の各レベルで推計される。エネルギーに関しては、化石燃料、水力発電、太陽熱、太陽光発電、風力の様々な形態⁽¹¹⁾でのエネルギー利用量が経済過程の全プロセスにわたって熱量カロリー・

(10) [4] P.70

(11) ここで原子力発電が抜けていることに注意しておく。この点について [3] P.148 参照

ベースで推計加算されたあとで、「1年という期間内に生態学的な生産力のある土地1ヘクタールによって供給される商業エネルギーの量」⁽¹²⁾（これは「エネルギーの土地換算率 energy to land ratio 又は land for energy ratio」⁽¹³⁾、あるいは「エネルギー資源の（土地）生産性」と呼ばれて、単位はギガジュール／ヘクタール／年とされる）の数字を使って最初の熱量カロリーのベースから対応する土地面積へと換算されていく。すべからく私達の生活を維持継続していくためのあらゆるエネルギーはそれを生むための土地面積に一元的に換元されていく計算上の工夫がおこなわれるため、フットプリントという名称もふさわしく思われる。もちろん食料を生産するための土地面積などは換算の工夫を必要としないが、様々な「近代的投入」にもとづく近代的農業生産は高いエネルギー集約度を伴うことが多いので、そうしたエネルギー資源の消費量が別途必要土地面積に換元されて推計されなければならないことは言うまでもない。

このような工夫によって化石燃料消費の熱量カロリーの土地面積へと換算される計算方法については3通りの方法が考えられているが、結論からみればいずれも近似的に等しい計算結果をもたらすと記述されている⁽¹⁴⁾。そこでここでは地球温暖化現象との関連で最も受け入れやすい説明をしておきたい。即ち、化石燃料は、「昔の……森林と湿地帯のバイオマスの堆積物が変化したもの、すなわち古代の光合成の産物である」⁽¹⁵⁾ため、植物が呼吸作用によってCO₂を排出し、この排出されたCO₂を陸上で光合成の作用によって吸収する能力に注目して、化石燃料消費によってもたらされるCO₂排出量を吸収するのに必要となる土地面積を推計した上で、これを「エネルギー地」と名づけた推計土地面積とみなすのである。これは、「化石燃料エネルギーの消費速度と同じ速度で自然資本を再生する（傍点筆者）ために必要な土地面積に近似的に等しい」と述べられている⁽¹⁶⁾。まことに大胆すぎる推計換算手法であるとの批判もあるけれども、地球

(12) [4] P.123

(13) [4] P.127

(14) [4] P.124

(15) [4] P.120

温暖化の進行を反映して「CO₂のかたちをとった炭素貯蔵は、(これ以上) 大気中に蓄積されてはならない」⁽¹⁷⁾との政策的判断の下でなされた推計方法であると述べられる点は興味深い。

かくして、私達が使う財・サービスそれ自体の生産という狭い範囲にとどまらず、環境保全をも考慮に入れた生態学的分析によるならば、私達の営む消費生活は先述の「エネルギー地」の他、通常の「耕作地」や「牧草地」と「森林地」、さらには「生物生産力のある海域」に加えて（道路や建物の建設などの開発事業によって生産力が失われた）「生産力阻害地」、そして「生物多様性の保全地」が必要不可欠なものとして推計加算されていくのである。⁽¹⁸⁾

ここで急いでつけ加えておくのであるが、EF 分析は先述のように非再生資源よりも再生可能及至補充可能な自然資本を重要視したフレームワークとなっているのであるが、その判断は「非再生資源は、目下のところ①採掘と加工段階で利用されるエネルギー量のための面積と、②鉱業によって直接的に占有される土地面積」だけが考慮されており鉱物生産における汚染問題の方は割愛されていることにもつらなっているのである。⁽¹⁹⁾

このような EF 指標の推計計算の結論として、ワケナゲルらは「経済の収支が黒字で暮らしが豊かになっていっても、生態学的な赤字を垂れ流していけば、（自然資本の減少・枯渇という一筆者注）そのツケはいずれ私達自身に返ってくる」のであり、EF 分析こそは「我が身の問題としてとらえにくい環境問題に（数量的にシンプルな分析方法でユニークな尺度を考案することによって——筆者注）リアルなもう一つの現実問題に照準を合わせしめて」「日本人の今の暮らしが『地球 2.4 コ分』の資源消費レベルであったり、ある地域やある製品がどれだけ地球の生態圏に依存しているかが一目で理解できる」⁽²⁰⁾ようにするという成

✓ (16) [4] P.126

(17) [4] P.125

(18) [3] P.89～91

(19) [4] P.113

(20) [3] P.236～237

果をもたらしたのである。⁽²¹⁾

また、EF の初期の開発段階から参加した日本人研究者和田喜彦氏の現状認識によれば、EF の実証的研究によって、「経済規模の拡大に伴い、われわれは『地球の有限性』に突き当たり、地球規模でのオーバーシュート（過剰収奪）に直面している」⁽²²⁾ことが明示されるのであり、「地球環境における（資源・エネルギーの）『無限パラダイム』から『有限パラダイム』へのコペルニクスの転回を経験しつつある」と述べられるのである。⁽²³⁾

だがこれまで紹介してきた地球環境に対する生態学的負荷の近年における高まりと時間的切迫性の主張は、その「理論的な魅力」⁽²⁴⁾にもかかわらず、生態学的危機の解決のための社会経済的方策の検討と望ましい将来の社会的デザインの設計をめぐる多くの困難に直面せざるをえないと見通されている。「たとえば、人々の認識不足、依然として残る科学的不確実性、既得権益グループによる抵抗圧力、（解決のための）構造改革に要する莫大なコスト」⁽²⁵⁾が現存するのである。そして、「今日の社会制度および政治構造のもとでは、約束された効率革命を実現するためのシナリオは実行できず」、「このまゝでは人口増加、物質水準の向上願望、競争の激化がさらに増して、環境悪化と社会不安を極限まで進行させてしまうかもしれない」といったペシミスティックな意見もつけ加えられるのである。⁽²⁶⁾

3. 環境指標の系譜の中で EF のユニークさはどこにあるか？

最近までの環境指標に関する初めての組織的集大成と言われる研究によれば、⁽²⁷⁾

(21) 参考までに 1 人当りの EF の国別ランキングを表示したものを図 2 として論文末に再掲する。

(22) [4] P.278～279

(23) [4] P.279

(24) [4] P.235

(25) [4] P.235

(26) [4] P.235

(27) 参考文献 [2]

環境指標とは「環境に関するある種の状態を可能なかぎり定量的に評価するための物差し」⁽²⁸⁾である。この環境指標の開発のきっかけには、GNPに代表される経済指標の普及とそれへの強い批判の存在が関連しています。今日衆知の経済指標 GNP は、1932 年米国のフーバー政権時代に商務省から国民経済計算の体系的フレームワークづくりを依頼された当時の若手経済学者サイモン・クズネッツによって開発されたと言われます。ただ開発者クズネッツ自身が当初から自戒していたように、「GNP という尺度では、国民の福祉を推し計ることはできない」のであり、そのため日本では急速な高度経済成長期を経過する中で国民の生活目標が「生活福祉の追求」というその質的側面を重視して転換していくのにもなって、「経済指標から社会指標へ」と研究の重点もシフトしていった。この要請に応えるものとして、経済審議会は 1973 年に GNP の修正による新しい社会指標 NNW (Net National Welfare) といった貨幣的指標を開発したりしたのである。こうした「経済指標」にかわる「社会指標」の開発努力が続けられる中で、「福祉状態を記述するためには非貨幣的な実物（表示の）指標によらざるをえないことが次第に明確になり」⁽³⁰⁾、「その結果、環境の質に関する指標を無理に貨幣的指標の枠組みに取りこむよりも、非貨幣的な実物指標を一種の制約条件として、その制約を守るために要する費用とその経済的影響を明らかにしていこうとする方向をとる」⁽³¹⁾ことになったのである。そういうわけで、経済活動の大きさを示す「量」的指標 GNP と環境状態を含む社会の「質」的指標とは当然必ずしもパラレルに動くわけではないが、それら両指標間の「経済変数」と「社会（環境）変数」間にありうる相互依存関係の研究と定量的分析は今後の課題として私達に残されているのである。

こうして社会指標の開発作成が目的となっていき、それに含まれる環境指標の詳細な研究が進められてきたのであるが、それらの研究においては「（経済活

(28) [2] P.3

(29) 以下の記述は文献 [1] 第 3 章に多く負っている。

(30) 以下の記述は文献 [2] に多く負っている。P.17

(31) [2] P.18

動を含む)『人間活動』が環境状態にインパクトを与えるポテンシャルとしての指標であり、また(環境の)制御のための操作量となる」ことは当然の前提とされる。それ故、以下の4つの指標の間を結びつける3つの関数関係を定性、定量両側面で見出すことが環境研究の中心課題と言われるのである。その3つの関数関係を示せば

- ①「人間活動」対「環境負荷量」
- ②「環境負荷量」対「環境変化」
- ③「環境変化」対「社会的影響」

となる。そして、「これらの関係が見出されれば最後の『社会への影響』を分析評価し、これをある望ましい水準に保つために操作変数としての『人間活動』をどのように制御すればよいかが決められてくる。しかし、これらを結びつける関係の定量化はまだいずれも不十分なのである。したがって、ここに政策決定者の主観的判断が要求される1つの局面がある」と言われるのである。⁽³²⁾

以上に述べてきたように環境指標の作成にいたるまでの経緯を簡単にふりかえり、環境研究の視野を、上記の①から③までの一連の過程にそって区分するとすれば、⁽³⁴⁾ワケナゲルらの開発した新しい環境指標 EF の研究の重点は上述の①のテーマにもとめられよう。もちろん②のテーマについてもストックとしての「自然資本」とフローとしての「自然所得」として部分的にふれているし、③のテーマについても断片的には述べられているが「循環型社会」という政府の将来構想を補完する体系的考察は示されているように思われない。

EF 登場以前の環境指標に対する研究によれば、環境指標に要求される基本的特性は以下のようなものとされた。⁽³⁵⁾

①戦略性

総花的あるいは標準的な指標であるより重要な事象を要領よくまとめている

(32) ここでの記述は文献 [2] に多くを負っている。P.28～29

(33) [2] P.29

(34) [2] P.28

(35) 以下 [2] P.11～14 に多くを負っている。

ることであり、行政の戦略やシナリオが十分に反映しうること。

②体系性（又は包括性、多元性）

個別の環境領域を示す指標が十分にバランスよく用意されていて多元的評価が可能であること。

③代表性

本来広範囲かつ長期間にわたる環境モニタリングにみられるように地理的・時間的代表性を持っていること。

④継続性

モニタリングは変化を長期間追跡することになるため計算方法や指標算定方法の短期的変更が望ましくないこと。

⑤厳密性

長期間の環境変化を追跡しうるような指標構成の頑健性を持つこと。

⑥直観性

教育面や住民参加の観点から生活実感や経験になじんだ特性を備えていること。

⑦平易性

データが得やすく算定方法も平易であること。

⑧魅力性

指数や点数の無味乾燥な羅列でなく魅力的な名称、夢のある指標構成、さらには自然とのふれあいも動機づける算定方式であること。

⑨予見性

将来の環境問題や環境変化をも包含検討しうるような将来性を考慮していること。

上述の環境指標が持つべき評価特性に照らしてみれば、EF 指標は消費生活サイドのレベルを土地面積というまことに直観性や平易性に富み魅力性のある特性を備えて表現していることは容易に理解されよう。いさゝか文学的な表現となるくらいがあるが、エコロジカル・フットプリントという名称は自然を踏み

つけながらも生きている。あるいは生きていかざるをえない人間の微妙な姿をうまく形容した言葉と感ずるのは筆者だけではないと思われる。また土地面積という要素に注目するアイディアは先述の理由によって戦略性と代表性や継続性、厳密性も備えた指標であることを示している。こうしてみれば EF 指標は「持続可能性」 sustainability というあいまいな用語を明確化するための一尺度として十分成功していると判断しうるのであり、そのことはこの指標が日本ではこれからであるが欧米で急速に普及している事実からもうなずけよう。⁽³⁶⁾

ここで EF 指標のユニークな特徴をまとめておけば、以下の 8 点を指摘することができよう。

- ① EF は土地面積で最終的に表現されるが消費面からみた持続可能性の一尺度である。それ故、発展途上国で採取されて先進国に輸出された資源は先進国の EF に算定されることになる。
- ② EF は様々な環境汚染因子の排出量を示すのではなく、汚染廃棄物を再生して利用させるメカニズムを考慮に入れてそのための資源必要量を考慮した複合的で多元的な指標をめざして作成されている。
- ③ EF は貨幣額表示の指標ではなく、あくまで物量表示が基本である。ワケナゲルの言葉によれば、貨幣額表示を採用する時の弊害として (a) 諸資源間の代替可能性が過大に強調されてしまう、(b) 将来の価値が容易に割引かれて近視眼的になりがちである、そして (c) 数字の絶対量よりも変化量 marginal value に注目がいきがちであるという 3 点が示されている。⁽³⁷⁾
- ④ EF は「弱い持続可能性」 weak sustainability の指標ではなく「強い持続可能性」 strong sustainability の指標として提唱されている。ここで急いで「強い」又は「弱い」「持続可能性」という用語について説明するならば、これは世代間の公正の観点からみた時の消費財生産における自然資本の人工資本による代替可能性の大きさを表示する概念である。即ち、「弱い持続

(36) 再び文献 [3]「解説」P.224～234 を参照

(37) 以下は文献 [5] に多くを負っている。P.159 参照

可能性」WSの下での経済発展プロセスにおいては、自然資本は人工資本 man-made (produced) capital や技術や知識を有する人的資本 human capital へと無限の代替が起こるとみなされるのであり、その結果として如何なる時点においても1人当りの効用水準の非減少が達成されるのである。これに対して「強い持続可能性」SSの条件下における経済発展では、自然資本は全体量としても又はその重要な機能の発揮という面でも全く他の資本によって代替されえないと考えられ、自然資本それ自体の間での代替可能性も低水準にあるとみなされている。更に言えば、SSの条件下では人間による環境負荷を自然資本の再生能力の範囲内に抑制すべきだという含意を示すものと理解されてもいるのである。もちろん先述したことから分るように、自然資本の代替可能性の可否という問題はそれを貨幣価値次元と物量次元のいずれで定義するかという問題とからんでいることが理解されねばならない。さらにまたWSとSSの両条件ともに自然資本の価値はその代替可能性の如何にかかわらず少くとも一定に保たれるべきであること、そして将来世代の厚生水準を今より低下させないように自然資本を保持し続けるべきであるという世代間公正の要件を含むことは言うまでもない。

- ⑤特に国際貿易を考えた時にみられる「生態学的赤字」ecological deficit は①でも述べた理由によって発展途上国よりも先進国について多くみられると言われるため、多少皮肉まじりに言えばEFは先進国における「持続不可能な『過剰人口』を示す尺度である」と言えよう。⁽³⁸⁾ EFが生物生産力のある利用可能面積を超過していれば、環境容量を上回った状態にあることを示しているのであり、「生態学的赤字」と呼ばれるその経済状態は持続不可能と判断されねばならないのである。これは人口論の議論とかかわらせて述べることもでき、ある地域の人口が維持可能な sustainable 規模より大きすぎるという「過剰人口」状態にあることをEFの赤字は示すのである。この点でEF分析はマルサスの古典的人口法則とその発展とも深い関係を持つ

(38) [5] P.159

ているのである。

⑥マルサスの人口法則にも通じているとしても EF はその単純な繰り返しではない。この点については、人口増加と対比される生産力の水準（≡消費生活水準）がマルサスよりはるかに広範囲でその推計も厳密に定義されていることを指摘するだけで十分である。EF 分析は食糧生産力に加えて、光合成によってつくられるエコシステムの「純一次生産力」という概念やオダムによるエネルギー・フローの研究という生態学の成果をふまえているのである。ここで EF 分析の中で環境への負荷をもたらしながらも使用される資源利用項目を改めてリストアップしておくことはこの分析のユニークさを考える上で有益であろう。その項目は以下の通りである。

- (a) 人間・動物用の穀物生産、繊維生産、石油生産、ゴム生産
- (b) 食肉用、移動・輸送用、羊毛生産用、乳飲用としての牧畜業
- (c) 建築用、繊維そして燃料用としての木材生産
- (d) 海洋と河川湖沼における漁業生産
- (e) 生活用、輸送用及び工業生産のためのインフラ整備と水力発電
- (f) 化石燃料の直接消費量

一言付言すれば、データ収集の制約から廃棄物生産の全面的な検討や非再生鉱物資源の採掘については考察外とされることも多いのである。また生物多様性の保全のための土地面積は EF 分析において生物生産力を持つとみなされる土地面積から一律 12% が取り除かれて考察されることになっている。

⑦上に述べただけでも、穀物生産、繊維・ゴム生産、種々の用途のための牧畜業、木材生産業などいろんな土地利用が EF で考察されるのであるが、明らかに全ての土地の生物生産力が同じことはありえない。その格差は二重に吟味されなければならない、まず第一段階では土地の利用用途の差異にもとづく生産力格差であり、第二段階では同一の利用用途内でも存在する生産力格差の存在である。前者の種々の利用用途間にみられる土地生産力格差

を調整して一つの利用用途についてその平均的生産力を求めるためのウェイトが「等価ファクター（係数）」と呼ばれる数字であり、また後者の同一利用用途内にでもみられる土地生産力の国別・時間別差異を調整した平均生産力を求めるための数字は「収量ファクター（係数）」と呼んで区別されている。このように土地の利用用途間と同一用途内にみられる土地生産性の細かな差異を調整することなくしては、地理的にも時間的にも多様な生産力を示す土地面積を集計加算してマクロ的な土地面積全体量の真の推計をおこなうことはできないのである。この比較可能とするための調整作業によって最終的計算結果は各国の公式の政府統計数字を使ったとしても真のEFの値の過大評価ではなく過少評価をもたらすとワケナゲルらは推察している。

- ⑧多くのEFの研究によれば、人間が自然環境に与える負荷量のうち化石燃料消費にもとづく影響（即ちエネルギー地の部分）が最も大きく、1999年で見れば地球のEF値の半分弱をも占めている。これは「エネルギー・フットプリント」energy footprintとも呼ばれるのであるが、過去数十年に急速に地球規模で拡大しているのみならず、先進国と発展途上国間との格差も拡大を続けている。

以上のようにエネルギー・フットプリントの数字がEF分析を左右するほど重要な数字であることを述べると共に、この数字が最も問題視されることの多い数字であることも注目されなければならないと言われている。その理由はこの数字の計算方法の背後には、地球の大気中における炭素の濃度をこれ以上高めないため森林がその光合成作用によって燃料から排出される炭素を吸収し尽すという炭素循環のメカニズムが取りこまれているのであるが、森林による吸収量は全排出量の一部にすぎず海洋による吸収量が全体の35%を占めるという仮定や核エネルギーの取り扱いについての仮定は大胆な推計であり計算結果に重大な影響を及ぼすからである。

以上8点にわたってワケナゲルらの開発によるEF指標のユニークで重要な

特徴を述べてきたので、次に EF 指標の幾つかの問題点について批判的な検討をおこなってみたい。

4. 環境指標 EF の問題点の批判的検討⁽³⁹⁾

人間の消費生活とそれを支える経済活動の営みがもたらす環境負荷の大きさを大胆ではあるがユニークな土地面積次元での「広さ」に集約して表現しようとする EF は、土地資源からの「自然の恵み」の保障なしでは私達の近代的生活も持続可能たりえないという直観的とも言える教えに結びついていることもあって、大変判り易く応用範囲も広い有用な指標である。繰り返しにはなるが最もシンプルな形で EF 指標の作成方法をかいつまんで述べれば、リングとオレンジの消費をそれを生産する耕地面積で表わして加算し、これに様々なところで排出される CO₂ を吸収するための仮想的な推計土地面積を加えたものと言ってよいのであるが、この指標にも以下の 4 点ほどの問題点があると思われるので批判的な検討をしてみたい。

第 1 には作成された指標による現状診断にもとづく政策的含意が多くないことである。「この指標の分析の強みは、社会の基盤となる生物物理的実態を平易に且つ明確に伝え、持続可能な社会に向けて人々の意識を変革できる点にある⁽⁴⁰⁾」と言ってみても、資源・エネルギー危機や他の生態学的危機を叫ぶからにはそれらを改革した将来社会のヴィジョンとその実現に向けた政策的シナリオの提案が具体的に検討されることが必要不可欠である。「自由な」消費行動を営む人間になんらかの適切な環境情報を与えることによってその行動パターンを積極的に改変していくといった方策や人間の行動目標自体を「物質面中心」のものから「精神面中心」のものへとどのように焦点を切り換えさせていくのかといった点での考察が少ないのは残念である。

ワケナゲルらは、生物生産力を持つ利用可能土地面積を超えた EF 水準は「強

(39) 以下の記述は文献 [5] に多くを負っている。

(40) [4] P.254

い持続可能性」SSの視点からみて持続不可能であると言う。だがマクロの意味での持続不可能性は必ず人間のミクロ行動レベルでのベストの効率性が達成された現実を意味するとは限らない。土地面積がほぼ限られていたとしても、制度的インセンティブ・システムを改めることによって土地生産性を急増せしめた食糧増産の歴史的事例も存在するし、他方で消費者の食料品購入行動をみても一定のカロリー熱量の確保の下で最も低コストの食料品の組み合わせが選択されているとはとても言えないように、エネルギー消費のミクロ行動の現実についても大同小異の改善点を多数含んでいるであろう。もちろんワケナゲルらのEF提唱者自身も分析の含意として「環境負荷の最大限の減少」を主張するものでない¹⁾と述べているのであり、消費生活レベルの直接の切り下げは結論たりえない。

たとえ食料品の素材が限られてしまったとしてもそろえる素材で間に合わせて調整し組合わせて同じ熱量カロリーを確保した料理を考案するのが「調理師」たる人の腕前を示すように、そして彼らによる努力が料理の「食べ残し」を減らす鍵でもあるように、EF分析のマクロ的結論はそれを補完するエネルギー・資源利用のミクロ的理論・実証分析を必ず伴わなければならないのである。この点の考察の限界がEF分析による政策的含意を少なくしている要因であると考えられる。

マクロからミクロのレベルへとEF分析を細分割し人間の行動バイアスと結びつけて考えていく場合、種々のニーズと用途に対して調達・調整される種々様々な資源・エネルギーの利用形態に大きな影響を持つのは今までのところやはり価格という変数の動きと市場メカニズムなのではなかろうか？ この点でワケナゲルらがEFを物量表示に限定して資源・エネルギーの社会的調達・利用形態と必然的に結びついて生ずる貨幣的（評価の）側面を捨象してしまっているのは、大変惜しい一長一短をもつ分析アプローチにしていると思われる。レオンチェフによる産業連関分析が最初に物量表示の表として作成されながら金額表示の表がその後作成されてSNAと結びついて分析技法としての有用性を

高めたように貨幣表示による EF 分析も考案されてよいであろう。⁽⁴¹⁾

第2の批判点は、化石燃料にもとづく EF の計算方法において、ワケナゲルらが採用した森林という土地集約的な吸収手段以外に他の技術的可能性も検討を要しており、彼らの方法が必ずしもベストと言えないかもしれないことである。それは、空想的と批判されたり新たな副作用を伴うのでないかとも批判されたりするが、石油や天然ガスの古い油井に CO₂ を圧縮注入したり、液化した上で深海中に圧縮注入する技術である。またよりポピュラーな方法としては風力と太陽エネルギーを利用して今日の化石燃料から再生可能エネルギーに転換する方法もある。この再生エネルギー利用法は森林利用にくらべてはるかに土地効率性が高い（なぜなら風力や太陽光の発電は海上や砂漠のスペースや既存の建築物の屋上にも設置可能であるから）ので EF の数値を大きく押し下げうるのである。現に世界のエネルギー需要の 50% が今利用可能な再生エネルギーに代替される時、エネルギー・フットプリントの数値は無視しうる程の大きさに減少し EF も大幅に減少する。しかも残存して利用されるエネルギーは低炭素含有の天然ガスへシフトしていくといわれます。ただ森林の利用とくらべた風力・太陽エネルギーという再生可能エネルギー利用の難点はその高コスト性にあるといわれています。このコスト・パフォーマンスの問題を検討しようとするれば、再びワケナゲルらの分析で CO₂ 除去方法の貨幣的コスト評価の問題が抜け落ちているという制約にぶつかってしまい、一層の比較研究の前進ははばまれているのです。

仮にここで簡単にふれたようにワケナゲルらの EF 分析でとられたとは異なる新しい CO₂ 除去の代替的可能性によって高コストではあってもエネルギー・フットプリントの数字が大きく減少すれば、地球の EF は生物生産力を持つ利用可能土地面積のレベル以下に収縮し、多くの先進国の生態学的赤字も解消する

(41) この点について [2] では BFF なる英国研究機関はあくまで物量データを出発点とすべきであると主張し、ストックホルムの研究機関 SEIY は貨幣量データで EF を計算しても問題はないとして両者間で論争があると述べられている。P.233~234

と考えられる。

第3の批判点は、EF分析による生態学的赤字の解釈をめぐってワケナゲルらの生態学分析をとる人々と通常のエコノミストとの論争点に関連している。通常の経済学者の主張によれば、貿易赤字は財・サービスの普通の交換の結果生まれるにすぎず、比較優位説などが主張するように貿易当事者双方に相互利益をもたらすと静学分析で考えられている。

これに反してEF分析の主張者は、生態学的赤字を本来的に危険かつ望ましくないとみなす「偏見」ともいえる主張をしている。(特に国家レベルの分析の場合に顕著である)。経済学者からみた時のそうした「偏見」の理由は、「輸入地域における資源保全が破壊され、地域本来の自然資本に対する人々の結びつきが切断され、グローバル経済への統合の深まりの結果としての地域間従属をもたらしてしまう」からである。彼らは「生態学的にみた独立性によって生みだされる自立的な地域間関係の形成をこそ模索する」のである。他のEF分析者はもっとはっきりと「全ての国は自からの生態学的容量の範囲内で生活すべきである」と言い切ったりしている。

このように述べてくるとEF分析の提唱者と経済学者のどちらの主張が正しいのであろうか？ 時には国家間の貿易の否定とさえとられかねない主張もするEF分析では、グローバルな地球全体の次元、次に国民国家の次元、さらに地域・都市次元のすべてに対して彼らのEF分析技法が適用可能であるとしてその主張を述べている。ここに彼らの主張の盲点がひそんでいないのであろうか？

「国境などは地政学的で文化的・人工的な障壁にすぎず環境的意味は持たない(それ故国家レベルでの生態学的赤字に深い意味はない)」と言って反批判することもでき、特に1990年代以降のグローバル世界経済の時代に各国の国家レベルでの生態学的赤字を算出して民族国家の枠組みを強調するEF分析はアナクロニズムと言う人もいる。しかしここでは、少し前で述べたように同じような計算方法をとっているとはいえ、全地球レベル、国民国家レベル、1地域・1都市レベルでのEF分析の含意は異なってくるのであると考えておきたい。グロー

バルな地球レベルでの EF 分析をみれば、世界はまさにボールディングも言う「宇宙船地球号」なのであって熱エネルギーの流出入を除けば人工的に地球以外から輸入ないし輸出することは大きく限られている。これに対して国家レベルそして地域・都市レベルでの EF によれば、ある集団の人間活動の活発さと共に資源・エネルギーの輸入・輸出も人工的に大きく膨らむことは当然の結果であって、それを率直に認めず、余りにも持続不可能性や不安定性を言いつのことは生産的な議論と言えない。ただし、地域・都市レベルから国家レベル、そして更に全地球レベルにその貿易活動の範囲が拡大するにつれ、貿易システムの不全な時のセーフティ・ネット体制の整備は複雑でより困難さを含むものになることは言うまでもない。

このような考察からすれば、EF 分析の全地球的な分析結果にこそ私達はその現状診断の含意を深く検討して、持続可能性のための有効な技術的・社会的解決策を追い求めなくてはならない。

最後に第 4 の批判点は、EF 分析の数字結果がその提唱者の言うように「強い持続可能性」SS を示すものであるかどうかという点にかかわっている。「強い持続可能性」SS についてはさらに 2 つに区別された定義が言われている。第 1 の SS の定義は自然資本の内部での代替可能性を認めずただその全体としての価値を維持されるべきとするものであり、これに対して第 2 の SS の定義は自然資本内部での代替可能性を認めた上で自然資本による重要な機能さえ維持されればよいとするものである。EF 分析は第 1 の定義での「強い持続可能性」SS を主張するものであると理解されがちであり、自然資本全体をそのまゝ即ち日常的用語でいえば「自然をありのまゝ」残すとみなされがちであるが、実際にはそうでなく自然資本内部における代替可能性を認めているのである。先にも述べておいたように EF 分析では検討されていないのであるが、CO₂ の排出量の吸収に必要な土地面積を大きく減少させる（即ち EF の数字を下げその赤字を解消する）ために、再生可能エネルギーとしての風力や太陽光エネルギーの利用（即ち自然資本内部における代替可能性を進めること）をおこなうことは強い持

続可能性（即ち自然全体をありのままに残して CO₂ を吸収する利用可能な土地面積の保全にこだわる方策）の主張とは必ずしも一致しないのである。大気の原因による再生能力を超えた CO₂ が排出されれば生態学的赤字が存在することになるのであるが、これを減らすことと生物生産力を持つ利用可能な土地面積が大きくありさえすれば強い持続可能性が保証されて望ましいという判断とは必ずしも一致せず、人間によるグローバルな環境負荷によってもたらされる強い持続可能性の損失の全ては EF 指標によって示すことはできないと言わざるを得ないのである。

5. 結語と残された課題

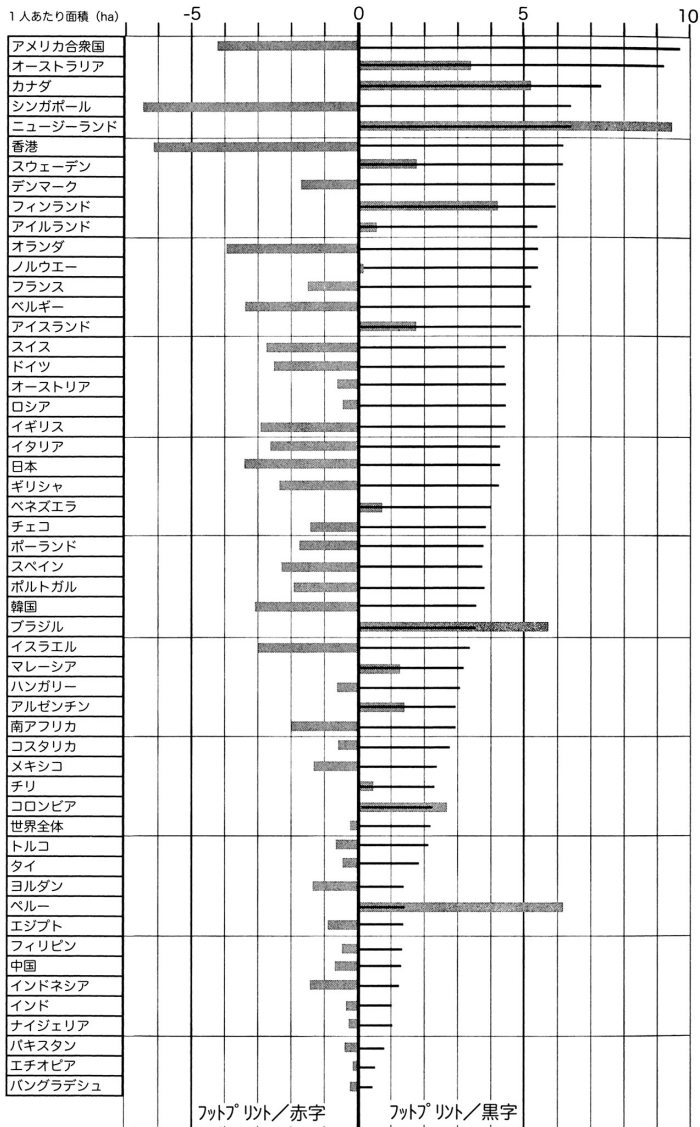
以上に述べてきたように新しい環境指標 EF についていろいろな説明を加えてきたのであるが、その「新しい」最大の特徴は、グローバルな地球規模での「炭素循環」の機能を取りこんで「持続可能性」の問題を表現しようとしているところに求めることができる。この意味で「地球環境問題の時代」にふさわしい環境指標の 1 つと考えられよう。

しかしながら、広く地球規模で炭素循環を考えることは自己完結的といえるが、狭く地域・都市の規模で炭素循環を同じ計算方法で考えることは、経済力の集積によってもたらされる様々なメリットを考慮外におき一面的に生活の環境負荷を強調した荒唐無稽な社会改革シナリオを提出する問題もかかえている。もちろん過剰な環境負担をできるだけ減らしながら快適な生活を夫々の地域・都市において追求することは私達の最重要課題なのであり、全体的な解決策のシナリオ作成とその社会的合意形成が一層すみやかに進められねばならない。なお「持続可能性」の数量指標にはここでとりあげた EF 以外に、最近物量表示のマテリアル・フロー、貨幣表示の指標、そして物量・貨幣量混合表示の指標がいろいろ開発提案されている。これらの新指標についても有効性と問題点を吟味検討することは残された課題である。

参考文献

- [1] 大橋照枝（著）『「満足社会」をデザインする第3のモノサシ』ダイヤモンド社, 2005 年
- [2] 日本計画行政学会（編）『環境指標』学陽書房, 昭和 61 年
- [3] チェンバース, シモンズ, ワケナゲル（著）『エコロジカル・フットプリントの活用』合同出版, 2005 年
- [4] M.ワケナゲル, W.リース（著）『エコロジカル・フットプリント』合同出版, 2004 年
- [5] E.Neumayer 'Indicators of sustainability' in T.Tietenberg and H.Folmer (ed) "The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2004/2005" Edward Elgar, 2004.

図2 1人あたりのエコロジカル・フットプリント国別ランキング



注：黒く細い線は、1人あたり平均のフットプリントを示す。灰色の太い線は、国内の生態系容量で各国がどの程度需用を満たすことができるかを示している。これには陸地と海域が含まれている。灰色の線が右に伸びている場合は、その国は生態学的黒字であることを示す。灰色の線が左に伸びている場合は、その国が生態学的赤字を抱えていることを示している。

(出典) 文献 [3] P.157